

PROEFSTATION VOOR DE RUNDVEEHOUDERIJ,
SCHAPENHOUDERIJ EN PAARDENHOUDERIJ, LELYSTAD

ENERGIEBEWUSTE BEDRIJFSVOERING OP EEN MELKVEEBEDRIJF

Resultaten en ervaringen van 4 jaar onderzoek
op de Waiboerhoeve 1982-1986

Deze publikatie is een samenvatting van een uitvoerig onderzoekverslag (PR-rapport nr. 112) dat, zolang de voorraad strekt, verkrijgbaar is door storting van f 25,- op postbanknr. 2307421 van het Proefstation PR te Lelystad, met vermelding van: zend mij rapport nr. 112

Redactie: Ing. J. van Eldik

Ing. W. J. Bruins

PUBLIKATIE nr. 51

FEBRUARI 1988

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	3
2. DIRECT EN INDIRECT ENERGIEVERBRUIK.	4
2.1 Soortenenergie	4
2.2 Energieverbruik	4
3. HET HOE EN WAAROM VAN EEN ENERGIEBEWUST BEDRIJF.	5
3.1 Bedrijfsopzet	5
3.2 Energiebesparingsmaatregelen	5
4. BEPERKING VAN HET INDIRECTE ENERGIEVERBRUIK,	6
4.1 Minderkrachtvoer	6
4.2 Maatregelen in de zomer.	6
4.3 Maatregelen in de winter.	7
4.4 Voederbieten als veevoer	8
4.5 Opslag van voederbieten	8
4.6 Voeren	11
4.7 De rol van stikstof.	13
4.8 Benutting van stikstof uit drijfmest	13
4.9 Mest verdund met water verregenen	13
4.10 Mest in de grond werken	15
4.11 Minder stikstof per hectare	16
4.12 Kleine stikstofbesparing mogelijk.	16
5. BEPERKING VAN HET DIRECTE ENERGIEVERBRUIK	17
5.1 Elektriciteit en warmteterugwinning	17
5.2 Minder electriciteit.	17
5.3 Warmtepomp en melkkoeling	17
5.4 Energieverbruik warmtepomp	18
5.5 Reinigen met water uit de warmtepomp	19
5.6 Zelf elektriciteit maken	19
5.7 Elektriciteit maken met wind	20
5.8 Niet zonder problemen	21
5.9 Opbrengst windmolen	21
5.10 Lichaamswarmte van de koe als warmtebron	22
5.11 Stalluchtwarmtepomp	23
5.12 Opbrengst warmtepomp	23
6. ENERGIEBEWUST, WAT LEVERT HET OP?	25
7. CONCLUSIES	26
SAMENVATTING	28

1. INLEIDING

De Nederlandse melkveehouderij is na de Tweede Wereldoorlog drastisch veranderd. Vooral vanaf het midden van de jaren zestig zijn de bedrijven steeds groter geworden en zijn ze steeds meer gespecialiseerd geraakt. Enkele van de meest opvallende veranderingen zijn: de ligboxenstal, veel meer krachtvoer per koe, meer koeien per arbeidskracht, meer melk per koe, meer stikstof per hectare grasland, de melkkoeltank, trekkers met meer vermogen en meer trekkers per bedrijf. Door een deel van deze veranderingen is de hoeveelheid energie die nodig is om melk te produceren toegenomen. Immers omdat de veehouder in de loop der tijd veel meer produkten zoals kunstmest en krachtvoer aankocht kwamen er steeds grotere hoeveelheden produkten op zijn erf, die bij de fabricage veel energie hadden gekost. Toen tussen 1973 en 1984 de olieprijs op de wereldmarkt met 1365 % steeg, werd het tijd om meer aandacht aan energiebesparing in de melkveehouderij te besteden. Daarvoor werd één van de bedrijven van de Waiboerhoeve te Lelystad omgebouwd tot een zogenaamd energiebewust bedrijf. Hierdoor werd het mogelijk na te gaan op welke manier energie bespaard kon worden op een melkveebedrijf.

Bij het schrijven van dit verslag (in 1986) zijn de olieprijzen sterk gedaald en in hun kielzog dalen ook de prijzen van aardgas en elektriciteit. Dit verslag lijkt daarom minder actueel. Het is echter niet te voorspellen wat de energieprijzen op wat langere termijn gaan doen. Daarom is het goed kennis te nemen van de resultaten van vier jaar onderzoek met energiebewuste bedrijfsvoering op een melkveebedrijf.

Het onderzoek kon alleen tot een goed eind gebracht worden dank zij de inzet van de medewerkers van de Waiboerhoeve. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen te Wageningen, PR-medewerker J. Cor-poraal heeft het onderzoek naar het inkuilen van luzerne voor zijn rekening genomen.

2. DIRECT EN INDIRECT ENERGIEVERBRUIK

2.1 Soorten energie

Als over energieverbruik gesproken wordt is het goed twee verschillende vormen van energieverbruik te onderscheiden:

- direct energieverbruik,
- indirect energieverbruik.

Bij directe energie moet men denken aan (diesel)olie, aardgas, elektriciteit, hout enz. dus materiaal dat kan branden of door verbranding is om te zetten in een gewenste energievorm. *Indirectie* energie is de energie die „verpakt” zit in de goederen en diensten die de veehouder aanschafft. Het is dus energie die nodig is om goederen te verbouwen en/of te produceren. Koopt de veehouder bijvoorbeeld een trekker van 37,5 kW (50 pk), dan koopt hij tegelijk de 5000 liter dieselolie die de fabricage van die trekker heeft gekost.

Laat hij zijn silo vullen met 8 ton krachtvoer dan komt daarmee ook 1900 liter dieselolie in die silo terecht. Dat heeft het namelijk in totaal gekost om de grondstoffen van dat krachtvoer te verbouwen en te vervoeren en die grondstoffen om te zetten in de bekende brokjes.

2.2 Energieverbruik

Men kan zich afvragen hoe men tot een energiebewuste bedrijfsopzet is gekomen. Daarvoor moet men weten hoe het energieverbruik op een melkveebedrijf is verdeeld. Tabel 1 geeft daarover meer informatie. In deze tabel staat het energieverbruik van een melkveebedrijf met 25 ha grasland en een stikstofbemesting van 400 kg per ha (inclusief drijfmest) 47 melkkoeien met jongvee, een melkproduktie van 6000 kg per koe per jaar en 1615 kg krachtvoer.

Uit tabel 1 blijkt duidelijk dat stikstof en krachtvoer voor het grootste deel het energieverbruik veroorzaken. Deze produkten vertegenwoordigen ruim 70 % van het totale verbruik.

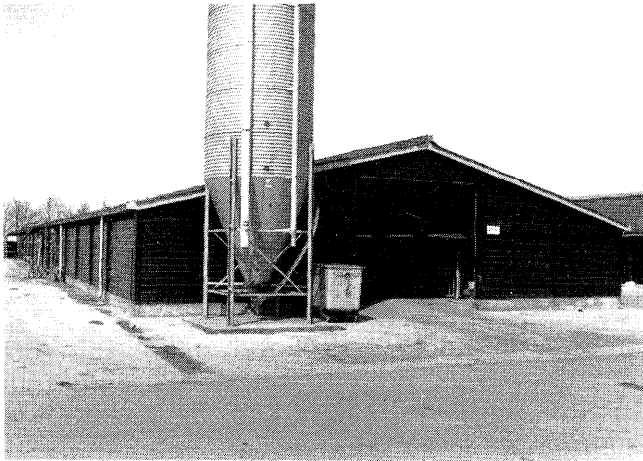
Tabel 1 Verdeling van het energieverbruik op een melkveebedrijf (exclusief woning) van 25 ha

	%	Uitgedrukt in:	
		m ³ aardgas	liters dieselolie
Ruwvoeropslag (plastic, beton)	1	575	465
Diensten (K.I., dierenarts, boekhouding etc.)	3	1715	1405
Gebouwen, erfverharding, kavelwegen	5	2860	2345
Trekker, machines	5	2860	2345
Dieselolie en motorolie	6	3435	2815
Elektriciteit	9	5150	4220
Bemesting (bijna alleen stikstof)	23	13160	10785
Krachtvoer	48	27465	22505
Totaal	100	57220	46885

3. HET HOE EN WAAROM VAN EEN ENERGIEBEWUST BEDRIJF

3.1 Bedrijfsopzet

In 1982 is op de Waiboerhoeve begonnen met een energiebewust bedrijf. Dit bedrijf, verder afdeling 5 genoemd, had 27 hectare grond en ruim 50 melkkoeien. De melkkoeien waren in een voerligboxenstal gestald. De grond werd gebruikt voor weiland (21 hectare), voederbieten (2 hectare), snijmais (3 hectare) en luzerne (1 hectare). Het doel van dit bedrijf was de energiekosten per liter melk te beperken. Dit doel moest bereikt worden door bij een veebezetting van 2 melkkoeien per hectare met 1000 kg krachtvoer per koe per jaar gemiddeld 6000 kg melk te produceren. Tevens mocht het stikstofgebruik niet hoger zijn dan gemiddeld 300 kg per hectare.



Op dit bedrijf werd 4 jaar energiebewust geboerd.

3.2 Energiebesparingsmaatregelen

Met de kennis die door het voorgaande is opgedaan, is goed te begrijpen dat op afdeling 5 van de Waiboerhoeve de aandacht in de eerste plaats is gericht op besparing van indirecte energie. Daarnaast is ook nagegaan hoe op directe energie bespaard kon worden. De volgende punten hebben de aandacht gehad.

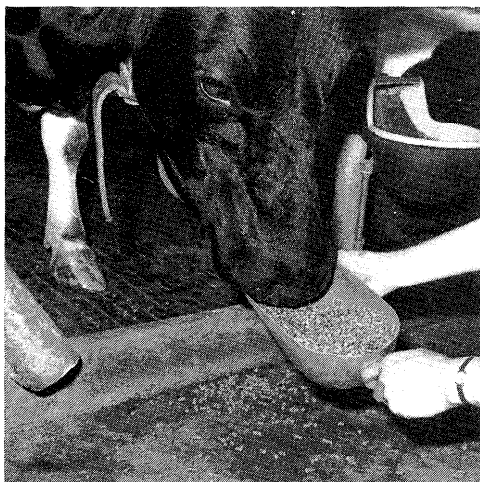
- Verlaging van het krachtvoerverbruik.
- Betere benutting van stikstof uit drijfmest.
- Verlaging van het elektriciteitsverbruik van het bedrijf.
- Warmteterugwinning.

In de volgende hoofdstukken zal daarop nader worden ingegaan.

4. BEPERKING VAN HET INDIRECTE ENERGIEVERBRUIK

4.1 Minder krachtvoer

Naast voer voor melkproductie heeft een koe ook voer nodig voor onderhoud van de lichaamsreserves en voor de groei van het kalf in de baarmoeder. Dit voer bestaat uit krachtvoer en ruwvoer. De krachtvoergift kan alleen beperkt worden zonder de melkproductie te schaden als de koeien tegelijk meer ruwvoer opnemen en/of de voederwaarde van het ruwvoer wordt verhoogd. Voorts kan krachtvoer bespaard worden door een deel van de grond te gebruiken voor een gewas dat krachtvoer kan vervangen, zoals voederbieten.



Krachtvoer is niet meer weg te denken van een melkveebedrijf. Het vraagt echter wel bijna 50 % van alle verbruikte energie

4.2 Maatregelen in de zomer

De maatregelen om het krachtvoerverbruik te beperken zijn uiteraard verschillend in weide- en stalperiode. In de weideperiode is het zaak er voor te zorgen dat er steeds voldoende, jong en smakelijk gras is met een hoge voederwaarde. Op afdeling 5 werden de melkgevende koeien (ca. 50 stuks) daarom gedurende twee dagen geweid op percelen van ca. 1,3 ha waar het gras ongeveer 1,5 vuist hoog stond. Er staat dan zo'n 1700 - 2000 kg droge stof per hectare, zodat de koeien een ruim aanbod hebben. Na het melkvee werden het oudere jongvee en de droogstaande drachtige koeien (totaal ca. 20) ingeschaard. Zo werd het weiland toch kaal afgeweid. Soms moesten er bossen gemaaid worden. Deze bossen bleven een dag in de zon drogen waarna ze door het jongvee en de droge koeien graag werden opgevreten. Omdat de melkkoeien steeds ruim en goed weidegras konden vreten, kon de krachtvoergift beperkt blijven. In tabel 2 is weergegeven hoe de melkproductie in de afgelopen jaren is geweest en bij welke krachtvoergift dat gerealiseerd is.

Een probleem bij deze lage krachtvoergiften was de dieren voldoende magnesium te laten opnemen. Kopziekte was dan ook een steeds loerend gevaar. Een ander probleem was de daling van de melkproductie in september en oktober. De gemiddelde bedrijfsstandaardkoe in die maanden was door elkaar slechts 26. 's Nachts opstallen en bijvoeding met snijmais

	1982	1983	1984	1985
Melk (kg)	18,3	17,0	18,6	18,0
Vet (%)	3,99	4,06	4,08	4,13
Eiwit (%)	3,20	3,23	3,36	3,35
Krachtvoer (kg)	0,9	2,0	2,0	1,8
Aantal melkgevende koeien	47,7	47,1	42,9	50,0

STATIONEN
STRECKEN
WÄRTE

MST 24.01.1988 08:00 MST 24.01.1988 08:00

JAAR Bemesting per ha 1985 Org.mest Kunst.mest			APRIL Bewoeding LAWOOL	MAY	JUNE	JULI	AUGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	Totaal per ha N P ₂ O ₅ K ₂ O
1204/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
2194/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
3214/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
4214/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
5194/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
6204/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
7204/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
8194/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
9194/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
10194/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
11102/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
12102/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
13111/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									
14102/15 10 Org.mest	10 Org.mest	10 Org.mest									

MST 24.01.1988 08:00 MST 24.01.1988 08:00

4.3 Maatregelen in de winter

- Zorgen voor een hoge voederwaarde van het ruwvoer.
- Bevorderen dat de koeien veel ruwvoer vreten.
- Krachtvoer vervangen door een geschikt ander voedermiddel.

7

kan echter vanwege het lage eiwitgehalte maar in beperkte mate de voordroogkuil vervangen.

De opname kan worden verhoogd door snijmais en voordroogkuil gemengd te voeren. Dit werd bereikt door de snijmais over de voordroogkuil heen in te kuilen. Men krijgt dan een soort sandwich van voordroogkuil en snijmais. Deze sandwich werd met een freesvoerwagen uitgehaald, waardoor snijmais en voordroogkuil gemengd voor de koeien terecht kwamen. Uit ander onderzoek met gemengd voer is bekend dat de ruwvoeropname hiermee naar schatting met 10 % wordt verhoogd.

De belangrijkste maatregel om het krachtvoerconsumptie te verminderen is het te vervangen. Op afdeling 5 gebeurde dit door de koeien zo'n 20 tot 25 kg voederbieten per dag te geven. Dit bespaart ca. 3 kg krachtvoer per koe per dag.

De maatregelen tezamen hebben in het stalseizoen van 1982 tot en met 1986 tot resultaat gehad dat met 6,3 kg krachtvoer per koe per dag 21,6 kg melk geproduceerd werd. Het jaarlijkse krachtvoerconsumptie van het gemiddelde aantal aanwezige koeien (54) + jongvee bedroeg 1155 kg. In tabel 3 staan de resultaten van de afzonderlijke jaren vermeld.

Tabel 3 Melkproductie en krachtvoerconsumptie per koe per dag in de stalperiode

Jaar	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Melk (kg)	21,2	20,7	22,2	22,2
Vet (%)	4,19	4,41	4,36	4,43
Eiwit (%)	3,32	3,29	3,23	3,25
Krachtvoer (kg)	5,8	6,9	6,0	6,4
Aantal melkgevende koeien	42,7	43,2	41,7	42,3

4.4 Voederbieten als veevoer

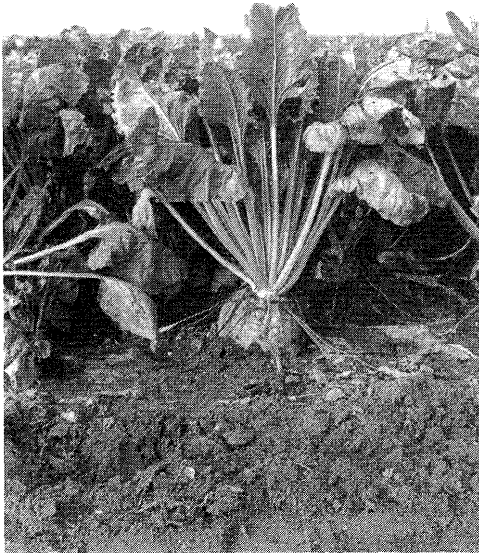
Omdat voederbieten een langzamerhand bijna vergeten gewas vormen en omdat ze in het onderzoek op afdeling 5 zo'n belangrijke rol hebben gespeeld, wordt er in het volgende wat meer over verteld.

Voederbieten zijn voor het vee zeer smakelijk en hebben een hoge voederwaarde. In vergelijking met snijmais en goede voordroogkuil is de VEM-waarde zo'n 15 tot 20 % hoger. Het eiwitgehalte is echter laag en ongeveer gelijk aan dat van ingekuilde snijmais. Hierdoor passen voederbieten minder goed in rantsoenen met veel snijmais, tenzij men extra eiwit in het rantsoen opneemt.

Voederbieten hebben de naam dat ze de ruwvoeropname verhogen. Dit verhaal gaat echter alleen op als voederbieten zelf ook als ruwvoer worden beschouwd. Daarbij moet bedacht worden dat ze ander ruwvoer verdringen. Uit proeven is gebleken dat deze verdringing, afhankelijk van de kwaliteit van het overige ruwvoer, 0,3 tot 0,9 kg droge stof uit ruwvoer per kg droge stof uit voederbieten bedraagt. Gezien de smakelijkheid, de voederwaarde en de verdringing van ander ruwvoer kunnen voederbieten in de praktijk eerder als krachtvoer dan als ruwvoer worden beschouwd.

4.5 Opslag van voederbieten

Na de oogst, die veelal in oktober valt, moeten de voederbieten kortere of langere tijd bewaard worden. Bewaren brengt risico's met zich mee doordat aanzienlijke ademhalingsverliezen kunnen ontstaan. Vooral in een zachte winter en een warm voorjaar kan dat het geval zijn. In een strenge winter bestaat de kans op bevriezen. Verder brengt het voeren van de bieten



Voederbieten; zelf verbouwd krachtvoer.

nogal wat werk met zich mee. In de praktijk worden voederbieten wel samen met snijmais ingekuuld. Dit samen inkuilen geeft in de herfst wat extra werk. Staan de koeien éénmaal op stal, dan kunnen de voederbieten zonder veel extra werk en kosten gevoerd worden. Ook het bevroeringsgevaar wordt door samen inkuilen minimaal.

Ook op de Waiboerhoeve zijn voederbieten (zowel hele als gesneden) samen met snijmais ingekuuld. Bij het voeren in de winter bleken de koeien deze mengkuil echter veel minder

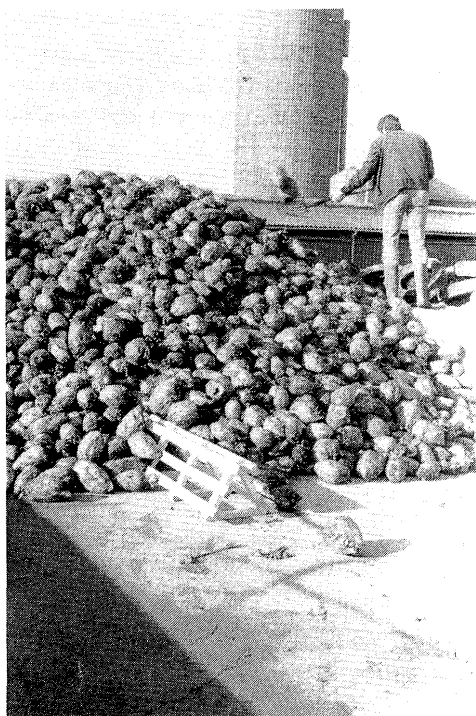


De eerste twee jaar werden de voederbieten met een speciale rooier geoogst. Omdat deze machine daarna niet meer beschikbaar was, moest een aangepaste suikerbieten-rooier ingezet worden. Hier was nog een oplader bij nodig.



De oplader laadt de voederbieten op de wagen nadat ze een paar uur hebben gedroogd. Hierdoor bleef het tarrapercentage binnen de perken.

graag te vreten. Vergelijkende proeven toonden dan ook aan dat de opname van de mengkuil lager was dan van alleen snijmais. Op grond van deze ervaring werden de bieten daarna apart van de snijmais en in hun geheel bewaard. Daartoe werden de bieten in een sleufsilo opgeslagen. Als lichte vorst dreigde, werden ze afgedekt met een (niet waterdicht) beschermzeil. Tussen bieten en beschermzeil werden autobanden gelegd om een luchtkussen te vormen. Bij matige vorst werd over het beschermzeil een dicht plastic zeil getrokken. In de strenge winter van 1984/85 heeft dit goed voldaan, al konden bijna een maand geen bieten



Bij de opslag van voederbieten is een goede ventilatie belangrijk. Op afdeling 5 werd in het midden onder de bietenhoop een ventilatiekanaal gelegd.

gevoerd worden wegens bevezingsgevaar bij het openen van de kuilhoop.

In 1985 waren de bieten erg groot. Daardoor beschadigden ze bij de oogst nogal. Tijdens de bewaring trad hierdoor spoedig rot op. Hierdoor was het noodzakelijk ook tijdens de strenge winter van 1985/86 door te gaan met voeren. Toen zijn wel bieten bevroren.

Om warmte en koolzuurgas (CO₂) uit de kuilhoop af te voeren moeten de bieten ruim geventileerd worden. Daarom wordt bij het inbrengen van de bieten een ventilatiekoker (zie foto) midden onder de hoop gelegd. Er wordt voor gezorgd dat beide einden van de koker open blijven zodat voldoende „trek” gewaarborgd is. Bij vorst moeten deze openingen uiteraard wel gedicht worden.

4.6 Het voeren

Op zichzelf is het gunstig als wat grond in de kuilhoop zit omdat de bieten dan minder uitdrogen. Voor het voeren moeten we deze grond echter zien kwijt te raken. De voederwaarde van bieten met enige aanklevende grond is ca. 10 % lager dan van schone bieten. Het reinigen kost echter extra arbeid en brengt kosten met zich mee zodat het reinigen vaak achterwege blijft.

Het is niet beslist noodzakelijk de bieten te snijden voor het voeren. Bieten met een hoog droge-stofgehalte (hoger dan 16 %) zijn echter zo hard dat ze gesneden moeten worden. Ook jonge dieren hebben vaak moeite met hele voederbieten zodat men in de praktijk vaak kiest voor snijden. Op de Waiboerhoeve werden de bieten niet gereinigd maar wel gesneden. Dit is een direct gevolg van de gebruikte machine. De bieten worden namelijk net als snijmais en voordroogkuil, uitgehaald met een frees-voerwagen. Deze machine freest de bieten uit de kuil, waarbij ze uiteraard sterk worden verkleind. Reinigen is met deze machine niet mogelijk, zodat alle aanklevende grond uiteindelijk ook voor de koeien terecht komt.

De grondtarra was gemiddeld ca. 2 % (op basis van vers bietgewicht). Dit tarrapercentage lijkt laag, maar met de hoeveelheden bieten die gevoerd worden, betekent dit wel dat de dieren per dag zo'n 300 tot 400 gram grond binnen krijgen. Daarmee balanceert men wel op de rand van wat nog acceptabel is.

Er werd 20 tot 25 kg voederbieten per koe per dag gevoerd. Grotere hoeveelheden zijn mogelijk als de bieten zeer goed zijn gereinigd en de bieten vaker dan twee keer per dag worden gevoerd. Op de Waiboerhoeve werden de bieten twee keer per dag gevoerd. Het is van belang de bieten niet „op de nuchtere maag” te geven omdat de snelle afbraak van suikers tot voederstoornissen kan leiden. Beter is het eerst wat ruwvoer te geven en pas daarna de voederbieten te voeren.

Bij het inpassen in het voederrantsoen werd gerekend dat per 7 kg voederbieten 1 kg krachtvoer vervangen wordt. Dus 20 kg voederbieten vervangen ca. 3 kg krachtvoer. Op de Waiboerhoeve werd aan de laagproductieve koeien (minder dan 15 kg melk) naast de voederbieten geen krachtvoer gegeven. Dit betekende wel dat men de mineralenvoorziening goed in de gaten moest houden, vooral omdat naast de voederbieten ook nog een paar kilo droge stof uit snijmais werd gevoerd.

Het zal duidelijk zijn dat het inpassen van voederbieten in het voederrantsoen de nodige zorg vereist. Voederbieten waren echter voor afdeling 5 door hun smakelijkheid, voederwaarde, hoge opbrengst per ha en de mogelijkheid daarmee op krachtvoer te besparen, een aantrekkelijk gewas.



Op afdeling 5 werden veel soorten voer gevoerd. Voor het uithalen en voeren werd een *freesvoerwag* gebruikt. Linksboven is hij bezig in voederbieten, de twee andere foto's zijn van luzernekuil.



4.7 De rol van stikstof

De hoge opbrengsten van ons grasland zijn alleen mogelijk bij het gebruik van kunstmeststikstof. De productie van kunstmeststikstof vraagt echter veel energie. Omgerekend kost iedere kilo zuivere stikstof ca. 2 m³ aardgas en daardoor zijn de stikstofprijzen mede afhankelijk van de energieprijzen. Streven naar beperking van het stikstofgebruik ligt dan ook in het verlengde van het streven naar beperking van het energieverbruik.



Verliezen vermijden betekent ook: op tijd en juist bemesten.

4.8 Benutting van stikstof uit drijfmest

In de mest die een koe produceert komen stikstof, fosfaat en kali voor en ook nog een hoeveelheid sporenelementen. In verband met energiebesparing is stikstof het meest interessant; immers alles wat de plant aan stikstof uit drijfmest haalt, hoeft niet in de vorm van kunstmest gegeven te worden. Omdat een koe nogal wat stikstof produceert (ca. 120 kg zuivere stikstof per jaar) is het zaak hier doelmatig mee om te gaan. De stikstof in drijfmest komt in drie verschillende vormen voor.

- Minerale vorm (ca. 50 %, voornamelijk ammoniak)
- Gebonden aan gemakkelijk afbreekbare organische stof (ca. 25 %)
- Gebonden aan moeilijk afbreekbare organische stof (ca. 25 %)

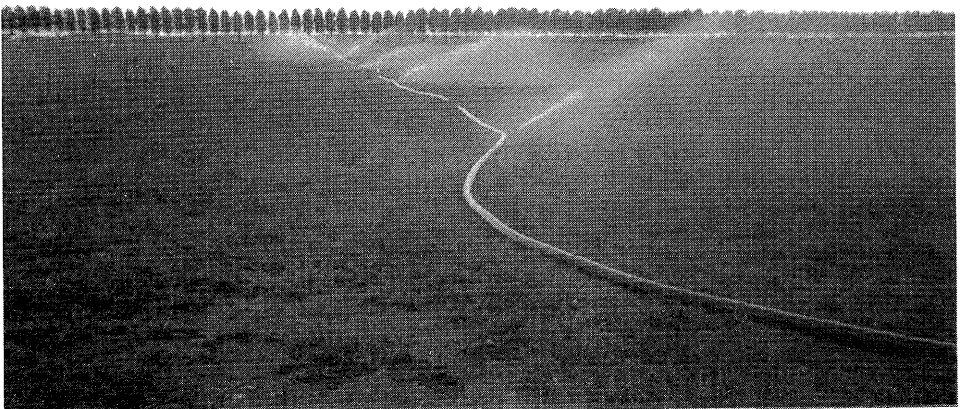
De in de minerale vorm aanwezige stikstof (de ammoniak) gaat door vervluchtiging snel verloren. Daarom is het belangrijk te zorgen dat de mest op het juiste tijdstip wordt verspreid; dat wil zeggen als het gewas waar het op terecht komt, begint te groeien of al groeit. Verder is het belangrijk de mest direct in de grond te werken of de mest te verdunnen met water en dan te verspreiden.

4.9 Mest verdund met water verregenen

Op afdeling 5 werd de eerste twee jaar van het onderzoek alle mest gescheiden met een mestscheider. Dit apparaat scheidde de drijfmest in een dunne vloeibare fractie met ca. 5 % droge stof en een dikke klonterige fractie met ca. 18 % droge stof. Het dunne deel werd opgeslagen in een met folie beklede grondput en het dikke deel op een betonplaat. Op het bedrijf was ook een regeninstallatie aanwezig. Dit was een zogenoemde regenslanginstallatie.



Zo werd aanvankelijk de mest verwerkt: De mest scheiden en het dunne deel opslaan in een grondput.



Vanuit de grondput werd het dunne deel vermengd met water verregend met een slangenhaspel om optimaal gebruik te maken van de stikstof in de mest.

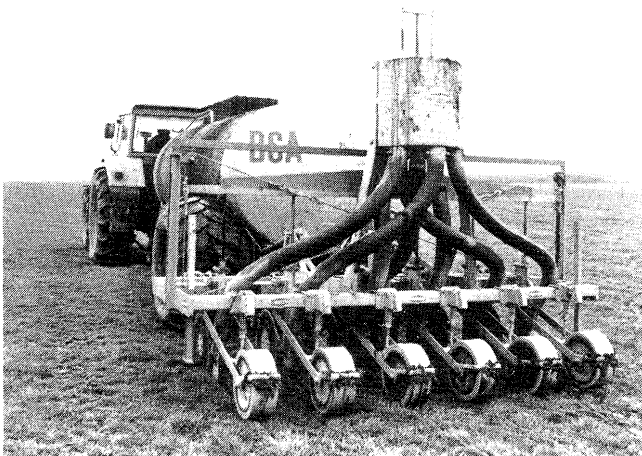
latie. Deze bestaat uit een flexibele slang (Ø 100 mm) van 300 meter lengte met daarop om de 25 meter een sproeier gemonteerd. Deze sproeiers (met mondstukken van 8 mm) zijn neerklapbaar zodat het geheel opgerold kan worden op een grote trommel die in de driepunts hefinrichting van de trekker is gehangen.

Op afdeling 5 was in de buurt van de mestopslag een waterput geslagen van ca. 10 meter diep. Op deze put was een pomp gemonteerd met een capaciteit van 55 m³ per uur bij 6 bar druk. De pomp werd aangedreven door een 18 kW electromotor. Het was de bedoeling de pomp tegelijkertijd water en mest aan te laten zuigen, om zo via een ondergrondse leiding en de regenslanginstallatie het mengsel van mest en water over het gras te verspreiden. Dit werd geen succes. Omdat een grondput een relatief groot oppervlak heeft, kunnen er gemakkelijk verontreinigingen als boombladeren in terecht komen. Deze werden door de pomp van de regeninstallatie aangezogen en deze verontreinigingen verstopten de sproeiers zeer snel. Bovendien zijn regenslanginstallaties nogal windgevoelig waardoor de verdeling van mest en water minder nauwkeurig was. Met alleen water is dat niet zo'n bezwaar maar met mest moet toch gestreefd worden naar een gelijkmatige verdeling. Vanwege de problemen met deze manier van mest verwerken is hiermee niet verder gegaan.

4.10 Mest in de grond werken

Het ondiep onderploegen is al een van ouds bekende methode om zo goed mogelijk van de bemestingswaarde van mest te profiteren. Op grasland kan dat natuurlijk niet. Aan het begin van de jaren tachtig is echter een machine ontwikkeld die de mest op een diepte van ca. 10 centimeter in de grond brengt zonder de graszode te veel te beschadigen.

Omdat op afdeling 5 besparing op kunstmeststikstof centraal stond is de laatste twee jaar van het onderzoek dankbaar gebruik gemaakt van de mogelijkheden van mestinjectie. Weliswaar kost mestinjectie meer energie dan bovengronds uitrijden maar iedere m³ mest geeft bij mestinjectie ook een extra besparing van ca. 1 kg zuivere stikstof. Dat betekent dat bij een gift van 40 m³ mest per ha omgerekend ruim 65 liter dieselolie wordt bespaard. Naar schatting zal éénderde van deze besparing verloren gaan als gevolg van extra brandstofverbruik bij de mestinjectie, maar per saldo levert de injectie toch een besparing op. De mestinjectie werd op afdeling 5 vroeg in het voorjaar uitgevoerd, omdat op die manier maximaal profijt van de



Door de problemen met verstopte sproeiers van de slangenhaspel, werd later mestinjectie toegepast.

drijfmest wordt verkregen. Bovendien is er dan de minste kans op verdroging van het gras naast de injectiesleuven doordat het gras nog niet hard groeit en de bodem nog veel vocht vasthoudt.

Op afdeling 5 is mestinjectie goed bevallen. Het enige bezwaar was dat er steeds drie mensen met trekkers beschikbaar moesten zijn, namelijk twee voor de aanvoer van de drijfmest en één voor het rijden met de injecteur. Het is dan ook een loonwerkmethode.

4.11 Minder stikstof per hectare

Gras is nog altijd het goedkoopste ruwvoer. Bij stijgende energieprijzen zullen de produktiekosten van gras echter relatief sterk stijgen. Dat komt doordat veel kunstmeststikstof nodig is om het gras optimaal te laten groeien. De optimale gift ligt op zandgrond tussen 350 en 400 kg zuivere stikstof per ha. Gewassen als snijmais en voederbieten hebben daar slechts de helft van nodig.

Een nadeel van die gewassen is echter dat ze maar een laag eiwitgehalte en een beperkte structuurwaarde hebben, zodat ze maar in beperkte mate gras kunnen vervangen. Een gewas dat deze nadelen niet heeft is luzerne. Bovendien heeft luzerne helemaal geen stikstof nodig (wel fosfaat en kali). Luzerne heeft wel andere nadelen zoals een lagere voederwaarde, slechte inkuilbaarheid en het kan niet zonder risico's van trommelzucht beweid worden. Omdat het gewas bij sterk stijgende energieprijzen misschien wel interessant wordt, is op afdeling 5 één hectare verbouwd. Hiermee zijn inkuilproeven gedaan. Daaruit is gebleken dat luzerne goed ingekuild kan worden, zowel met opraapwagen als hakselaar, mits het bij inkuilen minstens 40 % droge stof bevat. Tussen 30 en 40 % droge stof verdient hakselen sterk de voorkeur. Beneden de 30 % droge stof is alleen met een hakselaar en een toevoegmiddel nog een redelijk resultaat te verwachten.

Het gebruik van knikrollen bij het maaien had geen duidelijk positief effect op de droogsnelheid van het gemaaid gewas.

4.12 Kleine stikstofbesparing mogelijk

Bij een goed „bouwplan” is een kleine stikstofbesparing mogelijk in vergelijking tot een zuiver graslandbedrijf. De combinatie van grasland, snijmais, voerbieten en luzerne bracht het gemiddelde kunstmeststikstofverbruik op afdeling 5 in de afgelopen 4 jaar op 309 kg per ha per jaar. Daarvan was 365 kg voor het grasland en 133 kg voor snijmais en de voederbieten. Daarnaast werd natuurlijk ook drijfmest uitgebracht, waardoor de voor de gewassen beschikbare hoeveelheid stikstof groter was.

Wanneer afdeling 5 alleen maar grasland gehad zou hebben, dan zou de gemiddelde stikstofgift ca. 50 kg per hectare hoger zijn geweest.

5. BEPERKING VAN HET DIRECTE ENERGIEVERBRUIK

5.1 Elektriciteit en warmteterugwinning

Zonder elektriciteit kan bijna geen enkel melkveebedrijf meer werken. Melken, melk koelen, verlichting enz. hebben elektriciteit nodig. Per koe per jaar wordt tussen 250 en 350 kWh gebruikt. Bij stijgende energieprijzen wordt dit al gauw een grote kostenpost doordat de brandstofkosten door de elektriciteitsmaatschappij wel doorberekend worden aan de consument (de veehouder). Als de veehouder wil bezuinigen op zijn elektriciteitsrekening kan hij twee wegen bewandelen:

- zorgen dat er minder elektriciteit nodig is,
- de elektriciteit zelf gaan produceren.

Naast elektriciteit heeft een veehouder ook huisbrandolie of aardgas nodig om het woonhuis in de winter warm te houden. Besparing op de verwarmingsrekening is mogelijk als de lichaamswarmte van de koeien benut wordt. Over het hoe en waarom geeft het volgende informatie.

5.2 Minder elektriciteit

Op de meeste melkveebedrijven is een melkkoeltank aanwezig. Ook wordt op vrij veel bedrijven het water voor het schoonmaken van de melkmachine met elektrische boilers verwarmd. Op deze bedrijven wordt globaal één derde van de elektriciteit gebruikt voor melkkoeling, één derde voor verwarming van water en één derde voor het overige (verlichting, melkmachine enz.). Het verwarmen van water kan ook op een manier die bijna geen stroom kost. Op afdeling 5 was daarvoor een zogenaamde melkwarmtepomp met watergekoelde condensor in gebruik.

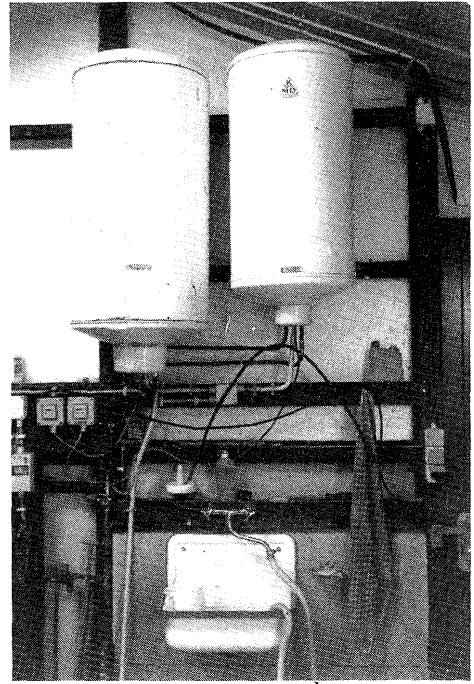
5.3 Warmtepomp en melkkoeling

Aan het warmtepompsysteem met watergekoelde condensor zijn drie belangrijke onderdelen te onderscheiden: de verdamper, de condensor en de compressor. Het transportmiddel voor de warmte is het koelmiddel freon dat in een gesloten circuit circuleert.

Warmtepompen maken het mogelijk ergens warmte op te nemen, deze op een hoger temperatuurniveau te brengen en daarna op de gewenste plaats weer af te geven. De warmtepomp produceert dus geen energie maar transporteert (pompt) de warmte van een laag naar een hoog temperatuurniveau.

De werking van de warmtepomp kan het beste duidelijk gemaakt worden met een koelkast. Bij de koelkast wordt aan het binnenste van de kast warmte onttrokken via de verdamper. Dit is het element in de koelkast waarop na enige tijd een laag ijs komt te zitten en dan ontdooid moet worden. De warmte wordt opgenomen door het gasvormige koelmiddel dat door de verdamper wordt gepompt. Dit koelmiddel wordt bij de compressor op druk gebracht en wordt daardoor vloeibaar. De compressor is het gedeelte waar het geluid vandaan komt als de koelkast „werkt”. Als het koelmiddel vloeibaar wordt, komt de warmte vrij.

Dit kan men constateren aan de achterkant van een ingeschakelde koelkast. Daar is het zwarte rooster warmer dan de omgeving. Dit rooster is het condensorgedeelte. Bij een gewone koelkast wordt de condensor met lucht gekoeld. Bij een warmtepomp wordt de



De melkwarmtepomp. Links het voorraadvat met heet water, rechts de eigenlijke warmtepomp. Dankzij dit apparaat waren elektrische boilers (foto rechts) overbodig.

condensor meestal met water gekoeld. Afhankelijk van het soort koelmiddel wordt het water dan 40 - 70 °C.

Een warmtepomp heeft voor de aandrijving van de compressor energie nodig. Deze komt gedurende het proces weer voor het grootste deel vrij in de vorm van warmte. Verder wordt aan een geschikte warmtebron (bijv. de melk) energie in de vorm van warmte onttrokken. Door dit alles krijgt men voor 1 kWh elektrische energie (nodig voor de aandrijving van de warmtepomp) 2 - 4 kWh thermische energie (warmte) terug. Dit is de „winst” van een warmtepomp.

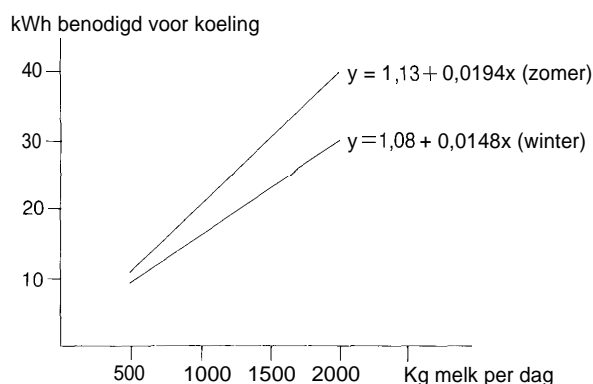
Op afdeling 5 leverde de warmtepomp ca. 0,7 liter water van 60 °C per liter gekoelde melk. Voor reiniging van melkmachine en melktank is ca. 300 liter water nodig. Ook voor de rest van het bedrijf is warm water nodig (handen wassen, emmers spoelen). Gedurende vrijwel het hele jaar wordt dagelijks echter meer warm water geproduceerd, zodat er geen andere warmwatertoestellen nodig waren.

5.4 Energieverbruik warmtepomp

De compressor wordt aangedreven door een elektromotor. Deze heeft voor zijn werk uiteraard energie nodig. Het vermogen van de machine is maximaal 2,2 kW. Op de warmtepomp was een kWh-meter aangesloten. Door wekelijks de stand van de kWh-meter op te nemen en tevens de hoeveelheid afgeleverde melk te noteren, kan berekend worden hoeveel energie nodig is om de melk te koelen. Voor het verbruik in de zomer (mei tot en met oktober) geldt de vergelijking $y = 1,13 + 0,0194x$ en in de winter $y = 1,08 + 0,0148x$. In deze

vergelijkingen staat y voor het aantal benodigde kilowatturen voor de koeling van melk en x voor het aantal kilogrammen gekoelde melk. In figuur 1 is het verband grafisch weergegeven. Opvallend is het hoge energieverbruik in de zomer. Het ligt ruim 30 % boven het verbruik in de winter. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de hoge temperatuur van het koelwater, de melk die warmer in de tank komt omdat onderweg minder afkoeling plaatsvindt en doordat de tank buiten staat. Door het buiten staan is de opwarming vermoedelijk groter dan wanneer de tank binnen zou staan.

Dat de formules aardig kloppen blijkt uit het volgende. Volgens de kWh-meter werd in de periode april tot en met oktober 2914 kWh voor koeling van de melk gebruikt. In deze periode van 180 dagen werd gemiddeld dagelijks 781 kg melk afgeleverd. Ingevuld in de formule geeft dat een verbruik van $y = 180 (1,13 + (0,0194 \times 781)) = 2930$ kWh. Voor de winterperiode was de gemiddelde dagelijks productie 820 kg en daarmee het energieverbruik $y = 185 (1,08 + (0,0148 \times 820)) = 2245$ kWh. In werkelijkheid werd 2468 kWh gebruikt.



Figuur 1
Verband tussen benodigde hoeveelheid energie voor koeling en de gekoelde hoeveelheid melk in zomer en winter.

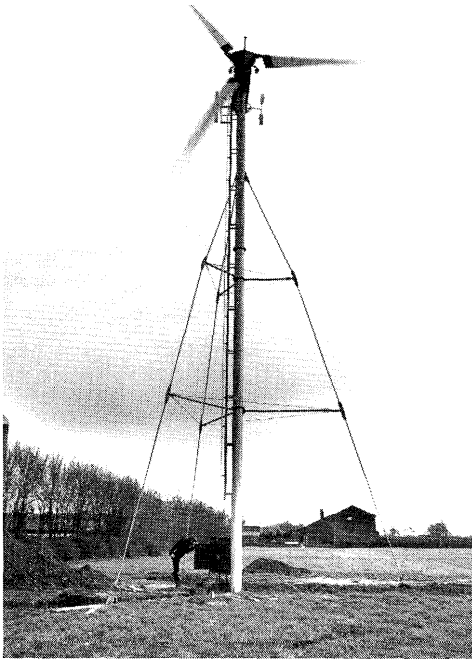
5.5 Reinigen met water uit de warmtepomp

Op afdeling 5 werd het warme water, afkomstig van de warmtepomp niet verder verwarmd. In de praktijk wordt bij de reiniging van de melkmachine nog algemeen water van 80 - 90 °C gebruikt maar op afdeling 5 bleek dat ook met water van 60 °C goede resultaten te bereiken zijn.

Voorwaarde is wel dat voorgespoeld wordt met warm water en dat bij de spoeling met het reinigingsmiddel een eindtemperatuur van het water gehandhaafd wordt van ca. 40 °C. Deze manier van reiniging kost in de praktijk dus iets meer warm water maar met de gebruikte warmtepomp was er steeds warm water in overvloed. Het voordeel van reiniging bij een lagere temperatuur was dat geen elektrische boiler of andere apparatuur meer nodig was.

5.6 Zelf elektriciteit maken

Aan het eind van de jaren zeventig ontstond veel belangstelling voor elektriciteitsopwekking met windmolens. Omdat windmolens alleen energie kunnen leveren als het flink waait is het platteland de aangewezen plaats om windmolens neer te zetten. Op het platteland kan de wind immers nog vrij waaien zonder afgeremd te worden door hoge gebouwen. Het lag dan ook voor de hand dat in de landbouw veel belangstelling ontstond voor windmolens. Om na te gaan of zo'n windmolen voor een veehouderijbedrijf een zinnige investering is, werd in november 1982 voor afdeling 5 een windmolen geïnstalleerd.



Wie wind gebruikt kan elektriciteit „oogsten”. Met deze windmolen werd geprobeerd de afhankelijkheid van de elektriciteitscentrale te verkleinen.

De mast van de molen is totaal 18 meter hoog en is samengesteld uit drie stukken pijp van 6 meter. Hij is geschoord met drie tuien. Mast en tuien zijn bevestigd aan vier heipalen die onderling verbonden zijn door een betonconstructie. De heipalen zijn ongeveer 8 meter de grond in gedreven. Boven op de mast staat de zogenaamde molenkop, die onder andere de generator, een versnellingskast en het wiekenstelsel (rotor) omvat. De rotor heeft 3 houten bladen van 5,5 meter lang. Aan de zijkant van de molenkap zitten twee kleine wieken, de zogenaamde kruiwieken, die de molenkop in de wind moeten houden.

5.7 Elektriciteit maken met wind

De meeste windmolens zijn uitgerust met een zogenaamde asynchrone generator. Dit is in principe een „gewone” draaistroommotor (elektromotor) zoals die ook voor de aandrijving van voervijzels, mestschuiven en vacuumpompen wordt gebruikt. Deze motoren hebben een toerental van 3000 omwentelingen per minuut. Door toepassing van een veelvoud van 3 spoelen (in de motor) kan het toerental evenredig lager worden.

Wanneer we er in slagen de elektromotor iets harder te laten draaien dan zijn standaardtoerental van 3000 (of afhankelijk van het aantal spoelen 1500, 1000 of 750), gaat deze motor in plaats van stroom te gebruiken, stroom leveren. Dat is dan ook precies wat de windmolen doet: het wiekenstelsel drijft via de versnellingsbak (overbrengingsverhouding 1:20,5) een elektromotor aan waardoor deze stroom gaat leveren. Deze stroom leverende elektromotor wordt dan generator genoemd.

De generator van de molen op de Waiboerhoeve levert maximaal 17,5 kW en draait met 1500 omwentelingen per minuut. Dit betekent dat het wiekenstelsel al ruim 72 toeren moet maken

voordat de generator stroom kan leveren en dat hij nooit harder dan ca 75 toeren kan gaan draaien. Dit toerental is dus aan zeer nauwkeurige grenzen gebonden. Wanneer er te weinig wind is en het vereiste toerental wordt niet gehaald dan werkt de molen niet. Is er teveel wind en de molen dreigt te hard te gaan draaien, dan wordt hij automatisch uitgeschakeld.

In de praktijk komt het er op neer dat de molen alleen stroom levert tussen windkracht 3 en windkracht 8. Bij windkracht 3 schommelt het vermogen tussen 0 en 3 kW, bij windkracht 6 levert de molen zijn maximum vermogen. Wanneer het harder waait dan windkracht 6, worden de wieken zodanig versteld dat ze minder wind vangen. In principe blijft de molen dus tussen windkracht 6 en 8 hetzelfde vermogen leveren.

De windmolen kan alleen stroom leveren als hij aan het elektriciteitsnet is gekoppeld. Wanneer het voldoende hard waait, levert de windmolen elektriciteit. Deze kan niet altijd op het moment van productie (bijvoorbeeld 'snachts) in het bedrijf gebruikt worden. Deze stroom wordt dan voor een bescheiden vergoeding aan de elektriciteitsmaatschappij geleverd. Omgekeerd is het ook mogelijk dat het bedrijf elektriciteit nodig heeft maar dat niet of onvoldoende wordt geleverd door de windmolen. In dat geval moet de elektriciteitsmaatschappij het tekort aanvullen. Dit moet nogal eens gebeuren, want de windmolen staat ongeveer 40 % van de tijd stil wegens onvoldoende wind.

De opbrengst van de windmolen is in hoge mate afhankelijk van de windsnelheid. Het is dan ook van het grootste belang dat een windmolen zo geplaatst wordt dat dijken, bebouwing of begroeiing geen invloed hebben op de windsnelheid. In de praktijk komt het er op neer dat windmolens op een afstand van minstens 15 keer het hoogste obstakel in de omgeving geplaatst moeten worden.

Bij de keus van de hoogte van de mast kan als vuistregel aangehouden worden dat deze 2,5 maal het hoogste obstakel in de buurt moet zijn. Op de Waiboerhoeve is het hoogste obstakel vlak in de buurt een stal. Deze stal is ongeveer 7 meter hoog. Daarbij past dus een mast van 18 meter. De molen is zo geplaatst dat uit de overheersende windrichting (zuid-west) de wind vrij kan aanstromen.

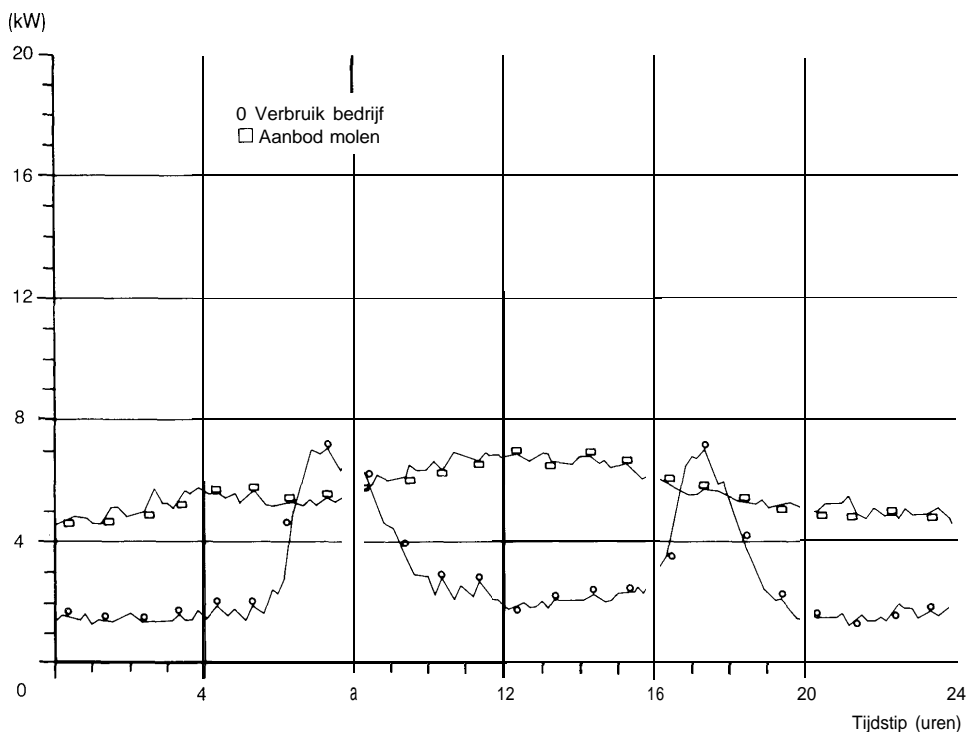
5.8 Niet zonder problemen

De windmolens die aan het eind van de jaren zeventig werden gemaakt, hadden en hebben nogal eens te kampen met technische storingen. Dat kwam omdat men nog niet veel ervaring had met de constructie van dit type molens. Ook heeft een rol gespeeld dat sommige fabrikanten het befaamde gat in de markt meenden te zien en zich daardoor niet de rust gunden om een goede molen te construeren. Ook de molen op de Waiboerhoeve is niet ontkomen aan storingen. Na 2,5 jaar gebruik begonnen deze storingen en ze hebben er uiteindelijk toe geleid dat de hele molenkop is vervangen door een ander en nieuw ontwikkeld exemplaar. Door deze ervaring wijzer geworden is met de fabrikant naderhand een onderhoudscontract afgesloten. De fabrikant heeft zich daardoor verplicht tegen een vaste vergoeding per jaar de molen in werkende staat te houden.

5.9 Opbrengst windmolens

De hoeveelheid elektriciteit die een windmolen produceert is uiteraard afhankelijk van de kracht van de wind. De benutting van de elektriciteit is afhankelijk van de vraag van het bedrijf. Het aanbod aan elektriciteit door de windmolen en de vraag van het bedrijf samen bepalen hoeveel elektriciteit benut wordt.

Wat de vraag naar elektriciteit betreft, vertoont een melkveebedrijf een ongunstig beeld



Figuur 2 Gemiddeld verbruik door het bedrijf en aanbod van elektriciteit door de windmolen in 1984 gedurende 24 uur.

doordat deze vraag samenvalt met de melktijden. Ook op afdeling 5 bleek uit de metingen dat de grootste vraag naar elektriciteit viel tussen 6.00 en 10.00 uur 's morgens en 16.00 en 20.00 uur 's middags. In figuur 2 is dit als voorbeeld grafisch weergegeven voor het jaar 1984. Als gevolg van deze ongunstige verhouding tussen vraag en aanbod is de benutting van de geproduceerde elektriciteit laag. In 1983 was het benuttingspercentage 20 en in 1984 25. In 1985 zijn onvoldoende waarnemingen gedaan om een berekening te kunnen maken. Door dit lage benuttingspercentage was rendabele exploitatie van de windmolen niet mogelijk. Uit figuur 2 zou ten onrechte afgeleid kunnen worden dat de elektriciteitsbehoefte van het bedrijf voor bijna 100 % door de windmolen gedekt wordt. Dat is echter niet juist. Al eerder is vermeld dat de molen ca. 40 % van de tijd geen elektriciteit levert en tevens zijn er perioden dat er wel elektriciteitsaanbod is, maar dat de vraag van het bedrijf groter is. Dit alles heeft als resultaat dat toch nog ca. 65 % van de elektriciteit die het bedrijf nodig heeft, aangekocht moet worden.

5.10 Lichaamswarmte van de koe als warmtebron

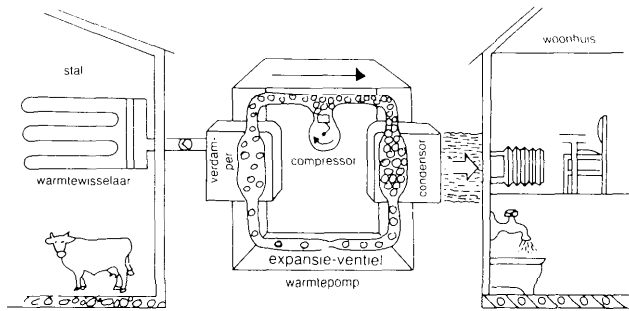
Een wezen dat werkt krijgt het warm. Melk produceren is ook een vorm van werken. Daarom worden koeien ook warm. Die warmte staat de koe af aan de omgevingslucht. Als de koe op stal staat en de stal is geïsoleerd dan wordt de stal steeds warmer. Om dat te voorkomen ventileert de veehouder. Met de ventilatielucht gaat ook de warmte verloren. Die hoeveelheid warmte is niet te verwaarlozen. Zo leveren 40 koeien voldoende warmte om een woonhuis

te verwarmen. Die warmte moet echter naar een hogere temperatuur gebracht worden; anders is ze niet te gebruiken. Om de stalwarmte te gebruiken hebben we een warmtepomp nodig.

5.11 Stalluchtwarmtepomp

Het principe van de werking van de warmtepomp is al verklaard in paragraaf 5.3. De stalluchtwarmtepomp onderscheidt zich van andere warmtepompen door de verdamper die in dit geval in de stal is aangebracht.

Bij de eerste uitvoeringen van de stalluchtwarmtepomp bestond de verdamper uit lamellen met een onderlinge afstand van 2 mm. De relatief warme stallucht werd er doorheen geblazen met een ventilator.

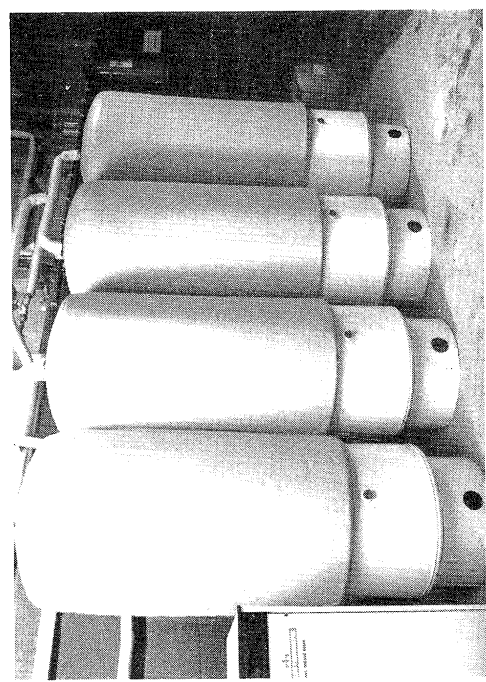
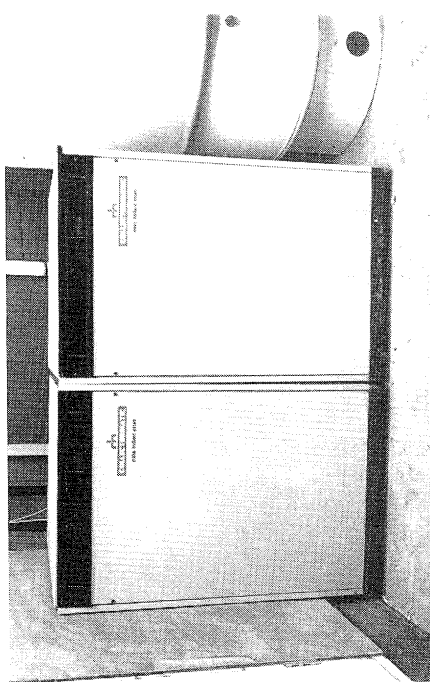
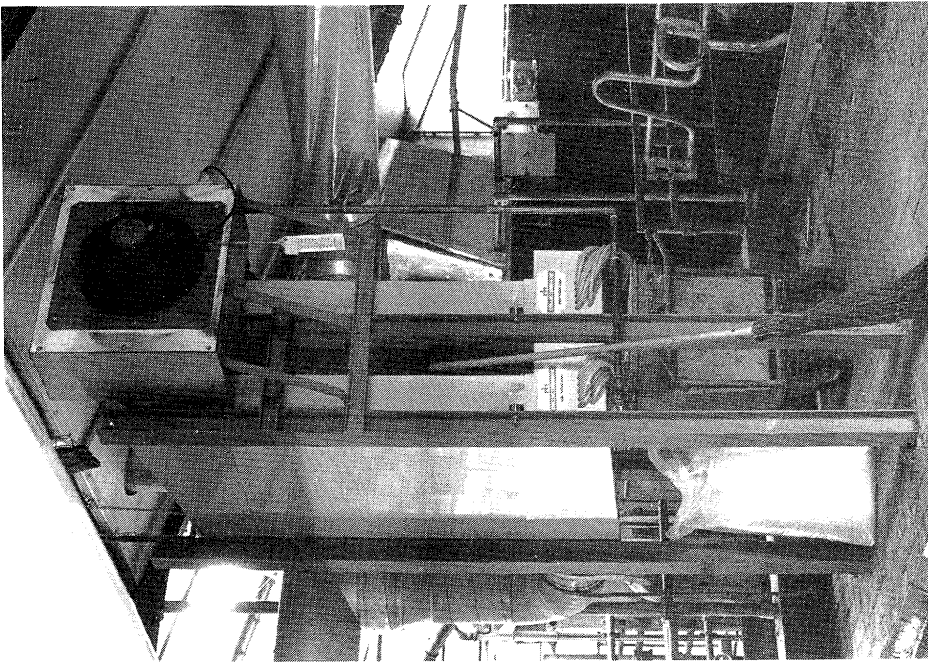


Figuur 3
Schematische weergave van de stalluchtwarmtepomp van afdeling 5.

De verdampers die in alle mogelijke sectoren van de industrie gebruikt worden, waren bij toepassing in de landbouw geen succes. Ze vervuilden zeer snel en door de agressieve stallucht trad spoedig ernstige corrosie op. Om dit probleem op te lossen heeft men de installatie uitgebreid met een warmtewisselaar. Daar wordt een vloeistof doorheen gepompt die de temperatuur van de stal aanneemt. Op de Waiboerhoeve bestond de warmtewisselaar uit dubbelwandige roestvast stalen platen (een soort radiator). De warme stallucht werd met een ventilator langs de platen geblazen waardoor de vloeistof in de platen werd opgewarmd. De opgewarmde vloeistof werd naar de warmtepomp gepompt waar de warmte aan de vloeistof werd onttrokken. Daarna werd het afgekoelde mengsel weer naar de warmtewisselaar gepompt. Figuur 3 geeft schematisch weer hoe de warmtepomp op afdeling 5 werkte.

5.12 Opbrengst warmtepomp

Het rendement van een warmtepomp wordt uitgedrukt in de specifieke warmte-opbrengst. Dit is de verhouding tussen de energie die uit de warmtepomp komt en de energie die hij nodig heeft om die energie te produceren. Als vuistregel hanteert men wel dat de specifieke warmte-opbrengst minstens 3,0 moet zijn voordat een begin van rendabele exploitatie mogelijk is. Op afdeling 5 was het getal 2,6 over de maanden oktober tot en met april 1984. Nog afgezien van de vele technische storingen geeft dit al aan dat het perspectief voor warmtepompen onder Nederlandse omstandigheden waarschijnlijk maar zeer beperkt is. Uit Westduitse ervaringen blijkt dat deze perspectieven er wel zijn bij lage elektriciteitsprijzen (nachtstroomtarief) en goed geïsoleerde en gecontroleerd geventileerde stallen waar de temperatuur steeds 8 °C of hoger is.



De onderdelen van de stalluchtwarmtepomp: De warmtewisselaar in de stal, de eigenlijke warmtepomp met condensor, compressor en verdamper en 4 voorraadvaten waarin het opgewarmde water opgeslagen werd.

6. ENERGIEBEWUST, WAT LEVERT HET OP?

Een melkveebedrijf is een onderneming en de veehouder dus een ondernemer. Zoals iedere ondernemer wil de veehouder een zeker rendement van het geïnvesteerde kapitaal zien. Verder wil hij voor het werk dat hij doet om de onderneming in stand te houden een redelijke vergoeding ontvangen.

Energiebewuste bedrijfsvoering maakt dan ook alleen een kans als de veehouder denkt hetzelfde of meer te kunnen verdienen dan in een situatie waar kwistiger met energie wordt omgesprongen. Bij de start van afdeling 5 in 1982 realiseerden de onderzoekers zich zeer goed dat een meer energiebewuste bedrijfsopzet minder opleverde dan een bedrijfsopzet als voorheen. Als de energieprijzen in hetzelfde rappe tempo zouden blijven stijgen als in de jaren zeventig, kon de opzet van afdeling 5 wel snel winstgevend worden. In 1985 is berekend wat de bedrijfsopzet van afdeling 5 oplevert ten opzichte van de bedrijfsopzet van voorheen. Uit deze berekeningen bleek dat het arbeidsinkomen van de veehouder op afdeling 5 per jaar ongeveer 5000 lager is dan bij de vroegere situatie. Daarbij is geen rekening gehouden met de effecten van de superheffing. De totale energiekosten (dus directe en indirecte energiekosten) waren voor afdeling 5 weliswaar f 6500 lager maar doordat de veebezetting per hectare nogal wat lager was, stond het arbeidsinkomen onder druk.

Als de verhouding tussen alle kosten en opbrengsten gelijk blijft, dan zal de energiebewuste bedrijfsopzet van afdeling 5 aantrekkelijk zijn bij een aardgasprijs van minstens f 0,70 per m³ (grootverbruik) of een dieselolieprijs van minstens f 1,70 per liter. Dat de verhouding tussen kosten en opbrengsten constant blijft is echter onwaarschijnlijk omdat die voortdurend verandert. Als de energieprijzen weer gaan stijgen zullen we eerst moeten rekenen, voordat een beslissing genomen wordt hoe de bedrijfsopzet veranderd moet worden. Met de ervaring van afdeling 5 weten we ongeveer hoe het zou kunnen.

7. CONCLUSIES

Stijgende energieprijzen en gelijkblijvende melkprijzen zullen de prijsverhoudingen zodanig veranderen dat aanpassingen in de bedrijfsvoering van een melkveebedrijf noodzakelijk zijn. Volgens de huidige inzichten zullen veranderingen in de bedrijfsvoering vooral betrekking moeten hebben op beperking van het gebruik van krachtvoer, kunstmeststikstof en elektriciteit.

Het is goed mogelijk gebleken het krachtvoerconsumptie met ca. 600 kg per koe te verlagen tot ca. 1100 kg zonder de melkproductie negatief te beïnvloeden.

De grootste besparing op de krachtvoergif is bereikt door voederbieten in het rantsoen op te nemen. Verder hebben het gelijktijdig verstrekken van voordroogkuil en snijmais (in de winter) en een goed beweidingssysteem bijgedragen aan beperking van de krachtvoergif.

Besparing op kunstmeststikstof zonder de droge-stofopbrengst per hectare te beïnvloeden lijkt in beperkte mate mogelijk door een gerichte aanwending van drijfmest. De ervaringen met een regenslanginstallatie waren in dit verband niet positief omdat de verdeling van de mest matig was. Tevens bleek de installatie gevoelig voor verstoppingen. Mestinjectie bleek in dit verband wel goed te voldoen, al zijn een goede arbeidsorganisatie en het juiste tijdstip van aanwending van de mest belangrijke aandachtspunten.



Kunstmest en met name stikstof zorgt voor ongeveer 25 % van het totale energieverbruik op een modern melkveebedrijf.

- Bij de maatregelen die genomen zijn om het fossiele brandstofverbruik op het bedrijf terug te dringen bleek alleen de melkwarmtepomp technisch voldoende betrouwbaar. De stal-luchtwarmtepomp en de windmolen hadden te kampen met veel technische storingen. Ook zal de prijs van energie nog zeer fors moeten stijgen voordat genoemde apparatuur bij de huidige prijs rendabel ingezet kan worden op melkveebedrijven van gemiddelde omvang. Dit geldt niet voor de melkwarmtepomp. Dit apparaat kan op zeer veel melkveebedrijven rendabel ingezet worden.
- Het was mogelijk de melkmachine goed te reinigen met water van ca. 60 °C. Hierdoor was geen elektrische boiler of andere vorm van heetwatertoestel op het bedrijf nodig.

- De energiebewuste bedrijfsvoering van afdeling 5, was gerekend met de gemiddelde prijzen van de periode 1982 - 1986, minder rendabel dan een meer gangbare bedrijfsvoering. Het verschil in arbeidsinkomen bedroeg ca. f 5000. Daarbij is geen rekening gehouden met de effecten van de superheffing. Vooral voor bedrijven die vòòr de invoering van de superheffing al een lichte veebezetting hadden, zal een energiebewuste bedrijfsvoering minder negatieve gevolgen voor het inkomen hebben.

SAMENVATTING

De sterke stijging van de energieprijzen in de jaren zeventig was voor het PR aanleiding onderzoek te doen naar de mogelijkheden van energiebesparing op moderne melkveebedrijven. De achtergrond daarvan was dat moderne melkveebedrijven veel produkten aankopen en door de vele machines ook veel brandstof en elektriciteit gebruiken.

Voordat met het onderzoek is begonnen is eerst nagegaan welke produkten het energieverbruik op een bedrijf veroorzaken. Daarna is onderzocht of het mogelijk is zonder al te drastische gevolgen voor het arbeidsinkomen het energieverbruik terug te dringen.

Tot slot is nagegaan of deze maatregelen in de praktijk het gewenste effect hadden. Daartoe is op een bedrijf van de Waiboerhoeve de bedrijfsvoering in die richting aangepast. Op het bedrijf werd aandacht geschonken aan de volgende twee punten.

- Beperking van het gebruik van krachtvoer en kunstmeststikstof (indirecte energie).
- Beperking van het gebruik van fossiele energie (directe energie).

Door inpassing van voederbieten in het rantsoen, het gelijktijdig verstrekken van voordroogkuil en snijmais en een goed beweidingssysteem kon met ca 1100 kg krachtvoer per koe toch een melkproduktie van 6000 kg per koe per jaar worden bereikt. Hiermee was het krachtvoerconsumptie verminderd tot de helft van wat momenteel in de praktijk bij deze produktie gebruikelijk is.



Snijmais en voederbieten.
Twee gewassen die werden
geteelt om het stikstofver-
bruik te beperken.

De maatregelen ter beperking van het gebruik van kunstmeststikstof hadden vooral betrekking op het vervangen van grasland door minder of geen stikstofvragende gewassen (snijmais, voederbieten, luzerne) en op een gerichte aanwending van drijfmest. De bereikte besparingen waren ca. 50 kg zuivere stikstof per hectare.

Het gebruik van fossiele brandstof werd teruggedrongen met een windmolen en warmtepompen. De windmolen en de stalluchtwarmtepomp leverden door de vele technische storingen geen voordelen op. De melkwarmtepomp had wel duidelijke voordelen. Daarmee werd het op dit bedrijf mogelijk het zonder andere warmwaterapparatuur te stellen.